



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets

⑪ Veröffentlichungsnummer:

0 230 876

A1

⑫

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

⑬ Anmeldenummer: 87100122.8

⑮ Int. Cl.4: H03B 5/36

⑭ Anmeldetag: 07.01.87

⑯ Priorität: 09.01.86 DE 3600453

⑰ Anmelder: Siemens Aktiengesellschaft Berlin  
und München  
Wittelsbacherplatz 2  
D-8000 München 2(DE)

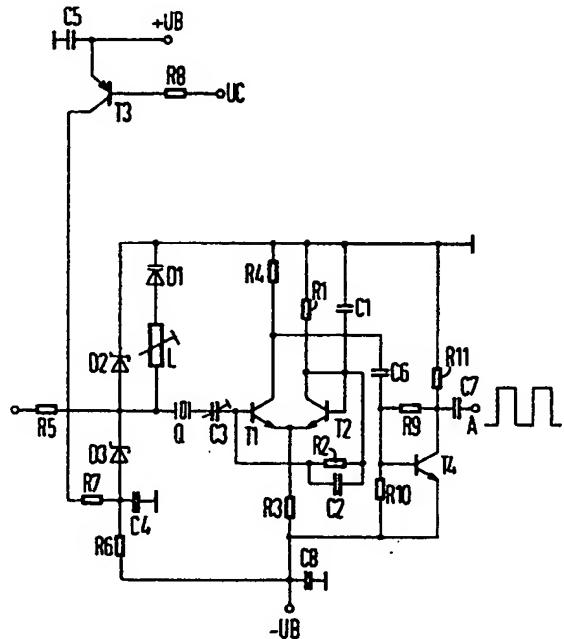
⑭ Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
05.08.87 Patentblatt 87/32

⑯ Erfinder: Bruckböck, Peter, Dipl.-Ing.  
Fliederstrasse 15  
D-8899 Hohenwart(DE)  
Erfinder: Thanhäuser, Gerhard, Dipl.-Ing.  
Mozartstrasse 9  
D-8905 Mering(DE)

⑯ Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH DE FR GB IT LU

⑯ Frequenzsteuerbarer Quarzoszillator.

⑯ Frequenzsteuerbarer Quarzoszillator in Dreipunktschaltung mit kombiniert kapazitiv-induktiven Ziehen unter Verwendung eines Grundtonquarzes (Q), bei dem der Resonanzkreis mit zwei NPN-Transistoren (T1, T2) in Stromspiegelschaltung verbunden ist. Zur Umschaltung in den Festfrequenzbetrieb ist ein zusätzlicher Transistor (3) vorgesehen, durch dessen Kollektorstrom zwei Schottkydioden - (D2, D3) leitend werden, deren differentielle Bahnwiderstände den Ziehreaktanzen (L, D1) parallelgeschaltet sind und diese bei Festfrequenzbetrieb unwirksam werden lassen.



EP 0 230 876 A1

### Frequenzsteuerbarer Quarzoszillator

Die Erfindung betrifft einen Quarzoszillator entsprechend dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Ein Oszillator der vorstehend geschilderten Art ist aus der DE-PS 29 04 045 bekannt. Der bekannte Dreipunktoszillator enthält ebenfalls eine Stromspiegelschaltung aus einem ersten Transistor und einem zweiten als Diode geschalteten Transistor, von dessen zusammengeführten Basis- und Kollektoranschluß eine erste RC-Parallelschaltung gegen Masse und eine zweite RC-Parallelschaltung zum Basisanschluß des ersten Transistors geführt ist. Zwischen diesem Basisanschluß und Masse ist eine Reihenschaltung aus einem Dämpfungswiderstand, einem Grundtonquarz, einer Induktivität und einer Varaktordiode eingeschaltet, an dem Verbindungspunkt zwischen Quarz und Induktivität kann dabei die Steuerspannung für die Schwingfrequenz des Oszillators angekoppelt werden.

Aus der US-PS 39 58 190 ist ein Colpitts-Oszillator bekannt, bei dem eine spannungsabhängige Kapazität in einer Reihenschaltung zusammen mit einer Induktivität und einem Quarz angeordnet ist.

Bekannte Quarzoszillatoren werden in Digitalsignal-Regeneratoren angewendet, wo sie im normalen Betriebsfall in PLL-Schaltungen ein zum empfangenen digitalen Signal synchrones Taktignal erzeugen, bei Ausfall des empfangenen digitalen Signals jedoch in einen Festfrequenzbetrieb übergehen. Dadurch wird in der Übertragungsstrecke nach dem gestörten Abschnitt ein Signal übertragen, das zwar keine Information enthält, die in der Übertragungsstrecke folgenden Digitalsignal-Regeneratoren jedoch weiter synchronisiert. Der in den Festfrequenzbetrieb geschaltete Oszillator gibt ein Signal mit einer Frequenz ab, die aufgrund von Alterungs- und Temperatureinflüssen eine bestimmte Frequenztoleranz aufweist. Zur Sicherung der Synchronisation müssen also die Oszillatoren einen Ziehbereich aufweisen, der deutlich größer als die Frequenztoleranz im Festfrequenzbetrieb ist. Der bekannte Quarzoszillator weist aufgrund der Anwendung einer gemischt induktiven und kapazitiven Schwingfrequenzsteuerung bereits einen vergleichsweise hohen Ziehbereich auf, dadurch sind jedoch die Reaktanzen der verwendeten Kapazitätsdiode und der Induktivität so groß, daß deren zeitliche Inkonstanz die im Festfrequenzbetrieb erzielbare Frequenzgenauigkeit deutlich verschlechtert. Zusätzlich ist bei der Umschaltung des bekannten Quarzoszillators in den Festfre-

quenzbetrieb die Steuerspannung der Kapazitätsdiode auf einem festen vorgegebenen Wert zu halten an dessen Konstanz hohe Anforderungen zu stellen sind.

5 Die Aufgabe bei der vorliegenden Erfindung besteht also darin, einen frequenzsteuerbaren Quarzoszillator mit Umschaltermöglichkeit in einen Festfrequenzbetrieb mit hoher Frequenzkonstanz zu entwickeln, bei dem an die zeitliche Konstanz der frequenzbestimmenden Reaktanzen und der Steuerspannung keine hohen Ansprüche gestellt werden.

10 Die Aufgabe wird bei einem Quarzoszillator der eingangs erwähnten Art erfindungsgemäß durch die im Kennzeichen des Patentanspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst. Von besonderem Vorteil ist dabei, daß gleichzeitig die Auswirkung von Temperatureinflüssen auf die frequenzbestimmenden Reaktanzen deutlich verringert werden konnte und daß der Aufwand verglichen mit der bekannten Lösung nur geringfügig angestiegen ist.

15 Zweckmäßige Ausbildungen des erfindungsgemäßen Quarzoszillators sowie die Ausbildung einer nachgeschalteten Begrenzerstufe sind in den Patentansprüchen 2 bis 6 beschrieben.

20 Die Erfindung soll im folgenden anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert werden.

25 Das in der Figur dargestellte Ausführungsbeispiel enthält neben dem eigentlichen Oszillator einen Umschalter, durch den der Oszillator entweder als frequenzsteuerbarer Quarzoszillator oder als Festfrequenz-Oszillator betrieben werden kann, außerdem ist dem Oszillator eine Begrenzerstufe nachgeschaltet. Der dargestellte Quarzoszillator enthält eine aus dem ersten und dem zweiten npn-Transistor T1, T2 gebildete Stromspiegelschaltung, die Basis- und Kollektoranschlüsse des zweiten Transistors T2 sind miteinander und über eine erste Parallelschaltung aus einem ersten Widerstand R1 und einem ersten Kondensator C1 mit Bezugspotential sowie über eine zweite Parallelschaltung aus einem zweiten Widerstand R2 und einem zweiten Kondensator C2 mit der Basis des ersten Transistors T1 verbunden. Die zusammengeführten Emitteranschlüsse des ersten und des zweiten Transistors T1, T2 sind über einen dritten Widerstand an die negative Betriebsspannung -UB angeschlossen, der Kollektor des ersten Transistors T1 ist über einen vierten Widerstand R4 mit Bezugspotential verbunden. Als frequenzbestimmendes Glied dient beim Ausführungsbeispiel die Reihenschaltung aus einer Varaktordiode D1, einer Induktivität L, einem Grundtonquarz Q sowie einem dritten Kondensator C3, der als Trimmer

ausgeführt ist. Diese Reihenschaltung ist zwischen Bezugspotential und Basisanschluß des ersten Transistors T1 eingeschaltet, die Steuerspannung für die Varaktordiode D1 wird von einem Steuerspannungseingang E über einen fünften Widerstand R5 an den Verbindungspunkt zwischen der Induktivität L und dem Quarz Q geführt. Zur Umschaltung zwischen Festfrequenzbetrieb und nachziehbarem Oszillator ist der Reihenschaltung aus Varaktordiode D1 und Induktivität L eine Schottkydiode D2 parallel geschaltet, eine weitere Schottkydiode D3 sowie ein sechster Widerstand R6 sind zwischen dem Verbindungspunkt der Induktivität L und des Quarzes Q sowie der negativen Betriebsspannung -UB eingeschaltet. Am Verbindungspunkt der weiteren Schottkydiode D3 und des sechsten Widerstandes R6 ist ein vierter Kondensator C4 als Siebkondensator nach Masse gelegt, außerdem ist dieser Verbindungspunkt über einen siebenten Widerstand R7 mit dem Kollektor eines dritten Transistors T3 vom pnp-Typ verbunden. Der Basisanschluß dieses Transistors T3 wird vom Schaltspannungseingang UC über einen achtsten Widerstand R8 eine Schaltspannung zugeführt, der Emitteranschluß dieses Transistors T3 ist direkt mit einem Anschluß über die positive Betriebsspannung + UB sowie über einen fünften Kondensator C5 mit Bezugspotential verbunden. An den Kollektoranschluß des ersten Transistors T1 ist über einen sechsten Kondensator C6 der Begrenzer angeschlossen. Mit dem anderen Anschluß des Kondensators C6 sind unmittelbar der Basisanschluß eines vierten Transistors T4, über einen neunten Widerstand R9 der Kollektoranschluß dieses Transistors sowie über einen zehnten Widerstand R10 der Emitteranschluß dieses Transistors verbunden, der Emitteranschluß ist außerdem an die negative Betriebsspannung -UB angeschlossen, die über einen achtsten Kondensator C8 abgeblockt wird. Der Kollektoranschluß des vierten Transistors T4 ist über einen siebenten Kondensator C7 mit dem Ausgangsanschluß A sowie über einen elften Widerstand R11 mit Bezugspotential verbunden.

Der in der Figur dargestellte Quarzoszillator enthält also eine kapazitive Dreipunktschaltung, wie sie in Aufbau und Wirkungsweise in der Fig. 1 der DE-PS 29 04 045 beschrieben ist.

Diese Dreipunktschaltung wird zunächst durch einen zusätzlichen, abgleichbaren Kondensator C3 so ergänzt, daß bei der Quarzfrequenz eine kapazitive Last entsteht, die der nominellen Lastkapazität des Quarzes gleich ist. Diese Kapazität wird näherungsweise durch die Serienschaltung des ersten, des zweiten und des dritten Kondensators C1, C2, C3 gebildet. Diese, durch den dritten Kondensator C3 erweiterte Anregungsschaltung wird durch den Quarz Q gegen Masse abgeschlossen, so daß eine Oszillatorschaltung bei der nominellen Quarz-

frequenz entsteht. Damit diese Oszillatorschaltung steuerbar ist, ist in die Verbindung von Quarz Q zum Bezugspotential die Reihenschaltung aus Induktivität L und Varaktordiode D1 als steuerbare Reaktanz eingeschaltet, die bei der Sollfrequenz des Quarzoszillators annähernd den Wert Null hat und bei Verstimmung zu höheren Frequenzen kapazitive und bei Verstimmung zu niedrigeren Frequenzen induktive Werte annimmt. Beim Nominalwert der Steuerspannung am Steuerspannungseingang E bildet diese Serienschaltung also einen Serienresonanzkreis für die Quarzfrequenz.

Entsprechend der Erfindung ist nun zusätzlich ein elektronischer Kurzschließer für die Serienschaltung aus Induktivität L und Varaktordiode D1 angeordnet. Bei einem idealen Kurzschluß ergibt sich ein Festfrequenzbetrieb bei der Sollfrequenz des Quarzes Q, wobei die Veränderung der Reaktanzen der Induktivität L und der Varaktordiode D1 keinen Einfluß auf die Schwingfrequenz haben. Bei geöffnetem elektronischem Kurzschließer kann der Quarzoszillator als spannungsgesteuerter Oszillator betrieben werden, wobei sich aufgrund des gemischt induktiven und kapazitiven Ziehens ein großer Ziehbereich ergibt. Die wesentlichen Elemente dieses schaltbaren elektronischen Kurzschließers sind die beiden Schottkydiode D2 und D3, die über den sechsten Widerstand R6 eine Vorspannung von der negativen Betriebsspannung -UB und über den siebten Widerstand R7 bei eingeschaltetem Transistor T3 von der positiven Betriebsspannung + UB einen positiven Betriebsspannunganteil erhalten. Die Steuerspannung am Steuerspannungseingang E ist so gewählt, daß sie im gesamten Arbeitsbereich mindestens 1 Volt unter dem Maspotential und mindestens 1 Volt über der negativen Betriebsspannung -UB bleibt. Ist in diesem Falle der Transistor T3 stromlos, dann sind die Schottkydiode D2 und D3 mit großer Sicherheit gesperrt, der elektronische Kurzschließer ist also im offenen Schaltzustand. Die Sperrspannung der einen Schottkydiode D2 entspricht dabei der Steuerspannung und die Sperrspannung der Schottkydiode D3 der verbleibenden Differenz zur negativen Betriebsspannung -UB, die über den sechsten Widerstand R6 an der Anode der Schottkydiode D3 anliegt. Die Restströme der Schottkydiode D3 und des dritten Transistors T3 sind dabei so gering, daß sie zu keinem wesentlichen Spannungsabfall am sechsten Widerstand R6 führen. Der parasitäre Blindleitwert des geöffneten Kurzschließers ergibt sich aus der Summe der Sperrschichtkapazitäten der beiden Schottkydiode D2, D3, da diese Dioden aufgrund des vergleichsweise hohen Kapazitätswertes des Abblockkondensators C4 für Wechselspannung parallelgeschaltet sind.

Beim Anlegen einer gegenüber der positiven Betriebsspannung  $+UB$  negativeren Einschaltspannung an die Basis des Transistors T3 über den Widerstand R8 wird dieser Transistor eingeschaltet und die Schottkydioden D2, D3 in den Durchlaßbereich gesteuert. Die positive Betriebsspannung  $+UB$  und der siebente Widerstand R7 sind dabei so dimensioniert, daß ein Kollektorstrom für den dritten Transistor T3 von einigen Milliampere fließt. Dieser Strom fließt im wesentlichen auch über die Schottkydioden, da die Ströme über den fünften und den sechsten Widerstand R5, R6 aufgrund der vergleichsweise hohen Widerstandswerte vernachlässigbar klein sind. Wegen der geringeren Schwellenspannung der einen Schottkydiode D2 im Vergleich zur Varaktordiode D1 bleibt die letztere dabei praktisch stromlos.

Unter der Voraussetzung, daß der Spitzenwert des Wechselstromes durch den Grundtonquarz Q kleiner als der Durchlaßstrom der beiden Schottkydioden D2, D3 ist, wird die Reihenschaltung aus Induktivität und Varaktordiode, die gleichzeitig die Ziehschaltung für den Quarz darstellt, durch die Parallelschaltung der differenziellen Bahnwiderstände der Schottkydioden D2, D3 kurzgeschlossen. Beim Kollektorstrom des dritten Transistors T3 von etwa drei Milliampere ist in der Praxis der Kurzschlußwiderstand unter 10 Ohm und damit klein gegenüber dem Resonanzwiderstand des verwendeten Quarzes und auch klein gegenüber der Reaktanz der Serienschaltung von Induktivität und Varaktordiode, so daß sich eine vernachlässigbar geringe Verstimmung des Quarzoszillators gegenüber einem idealen Kurzschluß ergibt.

Durch den Transistor T4 und die mit ihm verbundenen Widerstände ergibt sich eine einfache Begrenzer- und Trennstufe für die Auskopplung der Oszillatorenspannung.

#### Ansprüche

1. Quarzoszillator in Dreipunktschaltung mit gemischt induktiver und kapazitiver Schwingfrequenzsteuerung, bei dem der Emitteranschluß eines ersten Transistors über eine zur Emitter-Basis-Diode dieses Transistors entgegengesetzt gepolte Diode an einen gemeinsamen Verbindungspunkt angeschlossen ist, der über eine Parallelschaltung eines ersten Widerstandes und eines ersten Kondensators mit Bezugspotential und über eine Parallelschaltung eines zweiten Widerstandes und eines zweiten Kondensators mit dem Basisanschluß des ersten Transistors verbunden ist, bei dem der Emitteranschluß dieses Transistors über einen dritten Widerstand mit einer ersten Betriebsspannung und der Kollektoranschluß des ersten Transistors über einen vierten Widerstand mit Be-

zugspotential verbunden ist, bei dem der Steuerungseingang für die Schwingfrequenzsteuerung über einen fünften Widerstand mit einem ersten Anschluß eines frequenzbestimmenden Quarzes und über die Einschaltung einer Induktivität und einer Varaktordiode mit Bezugspotential verbunden ist und bei dem die erzeugte Schwingung am Kollektoranschluß des ersten Transistors ansteht,

5 10 dadurch gekennzeichnet,  
daß ein zweiter Anschluß des Quarzes (Q) über einen dritten Kondensator (C3) an die Basis des ersten Transistors (T1) angeschlossen ist, daß Bezugspotential und erste Betriebsspannung ( $-UB$ ) 15 über die Reihenschaltung einer zweiten und einer dritten jeweils in Sperrichtung gepolten Diode (D2, D3) und eines siebenten Widerstandes (R7) miteinander verbunden sind, daß der Verbindungspunkt der zweiten und der dritten Diode (D2, D3) an den ersten Anschluß des Quarzes (Q) angeschlossen ist, daß der Verbindungspunkt der dritten Diode - 20 (D3) und des sechsten Widerstandes (R6) über einen siebenten Widerstand R7 mit dem Kollektor eines dritten Transistors (T3) verbunden ist, daß der Emitter dieses Transistors an eine zweite Betriebsspannung ( $+UB$ ) und über einen fünften Kondensator (C5) an Bezugspotential angeschlossen ist und daß die Basis des dritten Transistors (T3) 25 über einen achtsten Widerstand (R8) an eine Schaltspannungsquelle (UC) angeschlossen ist.

30 2. Quarzoszillator nach Anspruch 1;  
dadurch gekennzeichnet,  
daß es sich bei der zweiten und der dritten Diode - (D2, D3) um Schottkydioden handelt.

35 3. Quarzoszillator nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß es sich bei dem Quarz um einen Grundtonquarz handelt.

40 4. Quarzoszillator nach einem der vorhergehenden Ansprüchen,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß mit dem Kollektoranschluß des ersten Transistors (T1) über einen sechsten Kondensator (C6) 45 der eine Anschluß eines neunten und eines zehnten Widerstandes und der Basisanschluß eines vierten Transistors (T4) verbunden sind, dessen Emitteranschluß mit dem anderen Anschluß des zehnten Widerstandes (R10) und mit der ersten Betriebsspannung ( $-UB$ ) verbunden ist, daß der Kollektoranschluß des vierten Transistors (T4) unmittelbar mit dem anderen Anschluß des neunten Widerstandes (R9), über einen siebenten Kondensator (C7) mit dem Ausgangsanschluß (A) und über einen elften Widerstand (R11) mit Bezugspotential verbunden ist.

55 5. Quarzoszillator nach Anspruch 1 oder 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß als Transistoren (T1, T4) und als Diode (T2)

jeweils npn-Transistoren vorgesehen sind, daß erster und zweiter Transistor nach Art einer Stromspiegelschaltung miteinander verbunden sind und daß es sich bei der ersten Betriebsspannung um eine negative Betriebsspannung (-UB) und bei der zweiten Betriebsspannung um eine positive Betriebsspannung (+ UB) handelt. 5

6. Quarzoszillator nach Anspruch 5,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Transistoren (T1,T4) und die Diode (T2) in  
einem monolithischen Transistorarray enthalten  
sind. 10

15

20

25

30

35

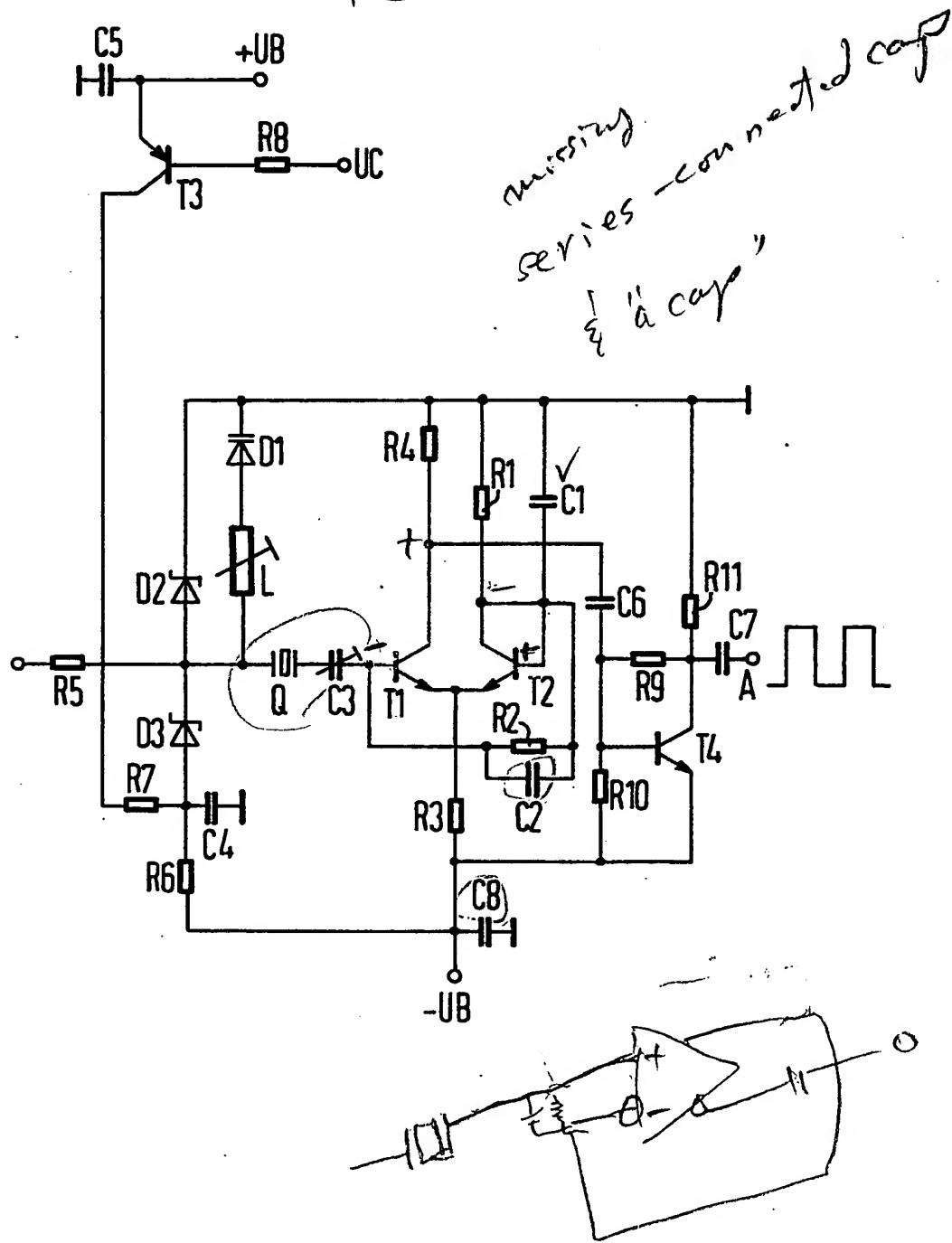
40

45

50

55

5





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)
A,D	EP-A-0 014 387 (SIEMENS) * Seite 3, Zeile 22 - Seite 4, Zeile 35; Figur 1 * --- A	1,3,5, 6	H 03 B 5/36
A	GB-A-2 011 207 (SIEMENS) * Seite 1, Zeile 88 - Seite 2, Zeile 30; Figur *	1	
A	US-A-4 520 326 (CLEMENS) * Spalte 4, Zeile 40 - Spalte 5, Zeile 58; Figur 4 *	1,3	
A	--- NEW ELECTRONICS, Band 15, Nr. 20, 19. Oktober 1982, Seite 21, London, GB; R.C. MARMION: "Linear voltage controlled crystal oscillator" * Insgesamt *	1	
A	--- EP-A-0 132 749 (SIEMENS) * Seite 3, Zeile 26 - Seite 5, Zeile 37; Figur 1 *	4,5	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 4) H 03 B H 03 C H 03 J
A	--- GB-A- 876 052 (MARCONI) * Seite 1, Zeile 38 - Seite 2, Zeile 32; Figur *	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort DEN HAAG	Abschlußdatum der Recherche 10-04-1987	Prüfer BALBINOT H.	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument		